

**MODIFIKASI KITOSAN MAKROPORI TERSAMBUNG  
SILANG *EPICHLOROHYDRIN* SEBAGAI ADSORBEN ZAT  
WARNA *PROCION RED MX 8B***



**Disusun Oleh :**

**KHOFIFAH CYNTIA LARAS**

**M0313032**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar  
Sarjana Sains Bidang Ilmu Kimia.**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**Januari, 2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

### Skripsi

# MODIFIKASI KITOSAN MAKROPORI TERSAMBUNG SILANG EPICHLOROHYDRIN SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *PROCION RED MX 8B*

KHOFIFAH CYNTIA LARAS

M0313032

Skripsi ini dibimbing oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Abu Masykur, M.Si

NIP. 19710426 199702 1001

Dr. rer. nat Atmanto Heru W., M.Si

NIP. 19740813 200003 1001

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 12 Januari 2018

Anggota Tim Penguji :

1. Dr. Sri Hastuti, M.Si

NIP. 19710408 199702 2001

2. Venty Suryanti, M.Phil., Ph.D

NIP. 19720817 199702 2001

1. ....

2. ....

Disahkan oleh

Kepala Program Studi Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si

NIP. 19730124 199903 2001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “MODIFIKASI KITOSAN MAKROPORI TERSAMBUNG SILANG *EPICHLOROHYDRIN* SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA *PROCION RED MX 8B*” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 12 Januari 2018

KHOFIFAH CYNTIA LARAS

**MODIFIKASI KITOSAN MAKROPORI TERSAMBUNG SILANG  
EPICHLOROHYDRIN SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA PROCION  
RED MX 8B**

**KHOFIFAH CYNTIA LARAS**

Prodi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sebelas Maret

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang modifikasi kitosan makropori tersambung silang *epichlorohydrin* (CTS-KCl15-ECH) sebagai adsorben zat warna *Procion Red MX 8B*. Kajian adsorpsi meliputi pengaruh keasaman medium, model kinetika, dan isoterm adsorpsi. Adsorben CTS-KCl15-ECH dimodifikasi melalui 2 tahap yaitu penambahan porogen kalium klorida untuk membentuk pori dan proses sambung silang menggunakan *epichlorohydrin* (ECH).

Proses adsorpsi zat warna *Procion Red MX 8B* dilakukan dengan metode *batch adsorption* dengan variasi pH, waktu kontak, konsentrasi awal zat warna *Procion Red MX 8B*. Penentuan orde adsorpsi yang terjadi menggunakan kajian kinetika adsorpsi Lagergren dan Ho. Penentuan jenis adsorpsi menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich. Analisis besarnya zat warna yang teradsorpsi ditentukan oleh spektrofotometer UV-Vis dan adsorben dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *Scanning Electron Microscope* (SEM), serta *Surface Area Analyzer* (SAA).

Karakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR terjadi pergeseran bilangan gelombang gugus hidroksil pada CTS-KCl15-ECH dari  $3425,58\text{ cm}^{-1}$  menjadi  $3410,15\text{ cm}^{-1}$ . Analisis morfologi menggunakan SEM, terbentuk pori-pori pada permukaan adsorben CTS-KCl15-ECH dengan ukuran pori sebesar  $2,81\text{--}15,76\text{ }\mu\text{m}$ , serta analisis menggunakan SAA diperoleh luas permukaan CTS-KCl15-ECH sebesar  $21,48\text{ m}^2/\text{g}$ .

Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum adsorpsi zat warna *Procion Red MX 8B* pada adsorben CTS-KCl15-ECH terjadi pH 3, waktu kontak 40 menit dan konsentrasi awal 500 ppm untuk setiap 50 mg adsorben. Kajian kinetika adsorpsi mengikuti model kinetika Ho, *pseudo* orde 2, dengan konstanta laju adsorpsi sebesar  $27,09 \times 10^{-2}\text{ g mg}^{-1}\text{ menit}^{-1}$ . Kajian isoterm menunjukkan bahwa adsorpsi zat warna *Procion Red MX 8B* pada adsorben cenderung mengikuti isoterm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi sebesar  $18,78 \times 10^{-4}\text{ mol/g}$  adsorben.

Kata kunci: Kitosan, CTS-KCl15-ECH, adsorpsi, *Procion Red MX 8B*

# **MODIFICATION OF MACROPOROUS CHITOSAN CROSSLINKED EPICHLOROHYDRIN FOR PROCION RED MX 8B ADSORBENT**

**KHOFIFAH CYNTIA LARAS**

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Science  
Sebelas Maret University

## **ABSTRACT**

Modification of macroporous chitosan crosslinked epichlorohydrin (CTS-KCl15-ECH) has been modified and used as an adsorbent for Procion Red MX 8B. The adsorption of Procion Red MX 8B was studied by examining the effect of the solution acidity, the kinetics model and adsorption isotherm. Modification of CTS-KCl15-ECH was conducted in two steps, that is added potassium chloride in order to make a cavity and crosslinked process using epichlorohydrin (ECH).

The process of adsorption of Procion Red MX 8B was conducted in batch mode with the variation of pH, contact time, and concentrations of Procion Red MX 8B. Lagergren and Ho adsorption kinetic model was used to determine the adsorption order happened in the process. The adsorption type was determined by Langmuir and Freundlich adsorption isotherm equation. The amount of dye adsorbed was determined using UV-Vis spectrophotometer and the adsorbent was characterized using Fourier Transform Infra Red (FTIR), Scanning Electron Microscope (SEM), and Surface Area Analyzer (SAA).

Characterization of functional groups using FTIR shifted hydroxyl group wave numbers in CTS-KCl15-ECH adsorbent from  $3425.58\text{ cm}^{-1}$  to  $3410.15\text{ cm}^{-1}$ . Morphological analysis was done using SEM, formed pores on the surface area of CTS-KCl15-ECH adsorbent with pore size  $2.81\text{-}15.76\text{ }\mu\text{m}$ . Analysis using SAA obtained CTS-KCl15-ECH surface area of  $21.48\text{ m}^2/\text{g}$ .

The result showed that the optimum condition CTS-KCl15-ECH was achieved when the pH was set at 3, contact time 40 minutes and initial concentration at 500 ppm for 50 mg adsorbent. The kinetic analysis showed that the adsorption followed Ho kinetic model and pseudo second order with the adsorption rate constant was  $27.09 \times 10^{-2}\text{ g mg}^{-1}\text{ menit}^{-1}$ . The isotherm analysis showed that the adsorption process Procion Red MX 8B tend to follow Freundlich model with the capacity adsorption  $18.78 \times 10^{-4}\text{ mol/g}$  of adsorbent.

Key words: chitosan, CTS-KCl15-ECH, adsorption, Procion Red MX 8B

## **MOTTO**

Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya  
(Q.S. Al Baqarah : 286)

Kepada Allah kamu kembali. Dia Maha Kuasa atas segala sesuatu  
(Q.S. Hud : 4)

Bahwa kebaikan, selalu Allah simpan dibalik suatu kesulitan

*“Don’t be afraid to move, because the distance of 1000 miles starts  
by a single step”*

## **PERSEMBAHAN**

Karya ini kupersembahkan untuk:

- ▶ Ibu, Bapak dan adekku Danesh tercinta atas bimbingan, cinta, kasih sayang, dan perhatian yang tak kenal lelah.
- ▶ Semua orang yang selalu menyayangi dan mendoakanku.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Modifikasi Kitosan Makropori Tersambung Silang *Epichlorohydrin* Sebagai Adsorben Zat Warna *Procion Red MX 8B*”.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi, yaitu:

1. Ibu Dr. Triana Kusumaningsih, M.Si selaku Kepala Program Studi Kimia dan selaku Pembimbing Akademik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret.
2. Bapak Dr. Abu Masykur, M.Si selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. rer.nat Atmanto Heru W., M.Si selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf Prodi Kimia FMIPA UNS
5. Ketua dan seluruh staf serta laboran Laboratorium Kimia Dasar FMIPA, Laboratorium Terpadu FMIPA, Sub Laboratorium Kimia Universitas Sebelas Maret.
6. Ibu, Bapak, dan Danesh serta keluarga yang telah memberikan perhatian, doa, nasihat dan motivasi dalam kegiatan kuliah maupun dalam penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman sekaligus saudara yang telah memberikan semangat, doa, nasihat, dan motivasi dalam kegiatan perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini. Terkhusus untuk Ari, Rima, Tyas, Siti, Tika, Farhana, Lisa, Devi, Nisa,
8. Terima kasih untuk saudaraku sekaligus rekan seperjuangan penelitian di Kimia Fitri, Alike, Ika, Dwi, Anis, Nana, Intan, Septi, Maya yang terus memberikan semangat, bantuan, serta mendengarkan keluh kesah. Semoga silaturahmi kita tetap terjaga.
9. Teman-teman satu bimbingan Sofa, Anis, dan Zuzu atas ilmu serta bantuan saat penelitian serta penyusunan skripsi.



10. Teman-teman Kimia FMIPA UNS angkatan 2013 atas doa dan semangatnya dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan yang diberikan mendapat berkah pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini berguna bagi pembaca khususnya, bagi masyarakat pada umumnya, dan sebagai sumbangsih untuk bangsa.

Surakarta, 12 Januari 2018  
Penyusun

Khofifah Cyntia Laras

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT.....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah .....	4
1. Identifikasi Masalah.....	4
2. Batasan Masalah .....	7
3. Rumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian .....	8
D. Manfaat Penelitian .....	9
BAB II. Landasan Teori .....	10
A. Tinjauan Pustaka.....	10
1. Kitosan .....	10
2. Modifikasi Kitosan.....	11
a. Sambung silang .....	12
b. Porogen.....	13
3. Zat warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	14
4. Adsorpsi .....	16
5. Analisis Instrumentasi.....	18

a. Analisis Permukaan .....	18
b. Analisis Gugus Fungsi .....	19
c. Analisis Morfologi Permukaan .....	21
d. Analisis Konsentrasi Zat Warna.....	22
5. Penentuan Kinetika Adsorpsi dan Isoterm Adsorpsi .....	23
a. Kinetika Adsorpsi .....	23
b. Isoterm Adsorpsi .....	24
B. Kerangka Pemikiran.....	25
C. Hipotesis .....	28
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....	29
A. Metode Penelitian .....	29
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	29
C. Alat dan Bahan.....	29
1. Alat.....	29
2. Bahan.....	30
D. Prosedur Penelitian .....	30
1. Modifikasi Kitosan Makropori Tersambung Silang <i>Epichlorohydrin</i> (CTS-KCl-ECH).....	30
2. Adsorpsi Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	31
a. Pembuatan Larutan Induk <i>Procion Red MX 8B</i> .....	31
b. Pembuatan Larutan Buffer .....	31
c. Penentuan $\lambda$ Maksimum dari <i>Procion Red MX 8B</i> .....	31
d. Pembuatan Kurva Standar untuk Spektroskopi Uv-vis. ....	31
e. Pengaruh pH larutan <i>Procion Red MX 8B</i> .....	31
f. Pengaruh Waktu Kontak <i>Procion Red MX 8B</i> .....	32
g. Pengaruh Konsentrasi larutan <i>Procion Red MX 8B</i> .....	32
3. Karakterisasi Adsorben .....	32
4. Teknik Pengumpulan Data.....	32
5. Teknik Analisa Data .....	33
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	35
A. Karakterisasi Kitosan Makropori Tersambung silang ECH .....	35

1. Kelarutan CTS, CTS-ECH, dan CTS-KCl-ECH .....	36
2. Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR .....	37
3. Analisis Morfologi Permukaan dengan SEM .....	40
4. Analisis Luas Permukaan dengan SAA.....	41
B. Adsorpsi .....	42
1. Penentuan $\lambda$ Maksimum Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	42
2. Penentuan pH optimum Terhadap Adsorpsi Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	43
3. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	47
4. Pengaruh Konsentrasi Terhadap Adsorpsi Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	50
C. Karakterisasi Adsorben Setelah Adsorpsi dengan FTIR.....	53
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
A. Kesimpulan.....	56
B. Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN.....	67

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur (a) Kitin dan (b) Kitosan .....	11
Gambar 2. Skema Reaksi Penautsilangan Kitosan dengan <i>Epichlorohydrin</i> (a) Kitosan dan (b) Produk Kitosan.....	13
Gambar 3. Morfologi Kitosan dengan Penambahan NaCl 150-250 dengan Rasio Berat NaCl dan Kitosan.....	14
Gambar 4. Struktur Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	16
Gambar 5. Spektra FTIR (a) Kitosan dan (b) Kitosan Tersambung Silang <i>Epichlorohydrin</i> .....	20
Gambar 6. Morfologi SEM Kitosan (a) Tanpa NaHCO <sub>3</sub> dan (b) dengan NaHCO <sub>3</sub> .....	22
Gambar 7. Reaksi Pembukaan Cincin Epoksida <i>Epichlorohydrin</i> .....	25
Gambar 8. Kitosan Tertautsilang <i>Epichlorohydrin</i> (ECH) .....	26
Gambar 9. Interaksi Elektrostatik Adsorpsi Kitosan dengan <i>Procion Red MX 8B</i> .....	27
Gambar 10. Mekanisme Ikatan Hidrogen Adsorpsi Kitosan dengan <i>Procion Red MX 8B</i> .....	28
Gambar 11. Reaksi Pembentukan CTS-KCl-ECH.....	36
Gambar 12. Spektra FTIR CTS, CTS-ECH, CTS-KCl5-ECH, CTS-KCl10-ECH, dan CTS-KCl15-ECH .....	38
Gambar 13. Morfologi Permukaan CTS, CTS-ECH, CTS-KCl5-ECH, CTS-KCl10-ECH, dan CTS-KCl15-ECH.....	40
Gambar 14. Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> pada Berbagai pH .....	44
Gambar 15. Mekanisme Interaksi Elektrostatik <i>Procion Red MX 8B</i> dengan CTS .....	45
Gambar 16. Mekanisme Reaksi Ikatan Hidrogen <i>Procion Red MX 8B</i> dengan CTS.....	46
Gambar 17. Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> Variasi Waktu Kontak .....	47
Gambar 18. Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> Variasi Konsentrasi .....	50
Gambar 29. Spektra FTIR CTS Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Zat	

Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	53
Gambar 20. Spektra FTIR CTS-KCl15-ECH Sebelum dan Sesudah Adsorpsi Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	54

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Serapan FTIR Karakterisasi Kitin dan Kitosan.....	19
Tabel 2. Kelarutan CTS, CTS-ECH, CTS-KCl-ECH dalam Akuades dan Asam Asetat .....	37
Tabel 3. Pita Serapan FTIR Beberapa Gugus Fungsi .....	39
Tabel 4. Perbandingan Luas Permukaan Hasil Analisis SAA .....	42
Tabel 5. Panjang Gelombang <i>Procion Red MX 8B</i> masing-masing pH.....	43
Tabel 6. Model Kinetika Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> oleh CTS .....	49
Tabel 7. Model Kinetika Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> oleh CTS -ECH .....	49
Tabel 8. Model Kinetika Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> oleh CTS- KCl-ECH.....	49
Tabel 9. Isoterm Adsorpsi Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> dengan Adsorben .....	51
Tabel 10. Perbandingan Gugus Fungsi Sebelum dan Sesudah Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Foto Hasil Setiap Tahap Modifikasi .....	67
Lampiran 2. Spektrum Absorbansi Zat Warna <i>Procion Red MX 8B</i> .....	70
Lampiran 3. Perhitungan % Yield.....	71
Lampiran 4. Spektra Inframerah CTS, CTS-ECH, CTS-KCl5-ECH, CTS -KCl10-ECH, CTS-KCl15-ECH.....	73
Lampiran 5. Data SAA CTS, CTS-KCl5-ECH, CTS-KCl10-ECH, CTS- KCl15-ECH.....	76
Lampiran 6. Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi <i>Procion Red MX 8B</i> .....	78
Lampiran 7. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi <i>Procion Red</i> <i>MX 8B</i> .....	81
Lampiran 8. Penentuan Kinetika Adsorpsi untuk CTS.....	83
Lampiran 9. Penentuan Kinetika Adsorpsi untuk CTS-ECH.....	86
Lampiran 10. Penentuan Kinetika Adsorpsi untuk CTS-KCl15-ECH.....	89
Lampiran 11. Pengaruh Konsentrasi Terhadap Adsorpsi Zat Warna <i>Procion</i> <i>Red MX8B</i> .....	92
Lampiran 12. Penentuan Isoterm Adsorpsi untuk Adsorben CTS.....	95
Lampiran 13. Penentuan Isoterm Adsorpsi untuk Adsorben CTS-ECH.....	97
Lampiran 14. Penentuan Isoterm Adsorpsi untuk Adsorben CTS-KCl15 -ECH .....	99
Lampiran 15. Kelarutan CTS, CTS-ECH, CTS-KCl-ECH dalam Akuades dan Asam Asetat .....	101